

(51)

Int. Cl. 2:

H 01 Q 1-42

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DT 24 41 540 A1

(11)

Offenlegungsschrift 24 41 540

(21)

Aktenzeichen:

P 24 41 540.5

(22)

Anmeldetag:

30. 8. 74

(43)

Offenlegungstag:

11. 3. 76

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Selbsttragende, über einen großen Wellenbereich reflexionsarme, dielektrische Abdeckung für Mikrowellenantennen

(71)

Anmelder:

Deutsche Bundespost, vertreten durch den Präsidenten des Fernmeldetechnischen Zentralamtes, 6100 Darmstadt

(72)

Erfinder:

Lorenz, Rudolf Werner, Dr.-Ing., 6101 Gundernhausen

DT 24 41 540 A1

Selbsttragende, über einen großen Wellenbereich reflexions-
arme, dielektrische Abdeckung für Mikrowellenantennen

Zur Eisverhütung und/oder aus architektonischen Gründen wird eine Verkleidung von Richtfunkantennen gefordert. Antennenabdeckungen sind als Radome bekannt. Wie das Wort besagt (Zusammensetzung aus "Radar" und "Dome" (= Kuppel)), wurden Radome zuerst in der Radartechnik verwendet. Dort sind Einfügedämpfung und Diagrammverzerrung in der Hauptstrahlrichtung die wesentlichen elektrischen Eigenschaften, während Reflexion und Richtdiagrammveränderung bei hohen Winkeldämpfungen von untergeordneter Bedeutung sind.

Bei Richtfunkantennen dagegen sind Reflexionen sehr viel kritischer, weil stehende Wellen auf der Antennenzuleitung zu Gruppenlaufzeitverzerrungen und damit zu Störgeräuschen durch Interkanalmodulation führen. Bei Richtfunkantennen sind außerdem in einem dicht vermaschten Richtfunknetz sehr hohe Anforderungen an die Winkeldämpfung gestellt, um eine gegenseitige Störung der Strecken zu verhindern.

Die durch die Antennenabdeckung reflektierte Leistung erhöht, wenn sie von der Antenne wieder aufgenommen wird, den Eingangsexreflexionsfaktor der Antenne beträchtlich. Durch schräges Aufstellen der Antenne relativ zur Abdeckung oder besondere Flächenformen der dielektrischen Platte (z.B. Kalottenform) kann die Fokussierung der an der Platte reflektierten Welle in den Antennenenerreger vermindert werden (Hügli: Antennenabdeckung aus Polyurethan-Hartschaum. Technische Mitteilungen PTT Nr. 6 (1973) S. 242 - 247). Die an der Abdeckung reflektierten Wellen werden aber im Reflektor oder an Gebäudewänden erneut reflektiert und vermindern so in bestimmten Richtungen wesentlich die Winkeldämpfung. Als Abhilfe ist es möglich, die Antennen in genau vorbestimmten Winkeln relativ zur Abdeckung zu montieren, so daß an Antennenreflektoren reflektierte Wellen in Richtungen gelenkt werden, wo entweder keine hohen Anforderungen an die Winkeldämpfung gestellt werden oder tiefe Nulleinzüge des Antennendiagramms aufgefüllt werden können. Dies erfordert eine genaue Planung der Richtfunkstrecken vor der Montage der Platten und läßt Veränderungen in der Streckenplanung ohne bauliche Veränderung kaum zu. Die Reflexion an Gebäudewänden kann durch ihre Verkleidung mit Absorbermaterial verhindert werden, was aber sehr kostspielig ist.

Die Reflexion der Abdeckung kann klein gehalten werden, wenn ihre Wandstärke sehr viel kleiner als eine Viertelwellenlänge ist. Dann ist bei großflächigen Antennenabdeckungen aber keine mechanische Stabilität erreichbar. Durch das Flattern im Winde (Flattertuchradom) entstehen störende Laufzeitverzerrungen sowie zeitliche Veränderungen der Winkeldämpfung. Durch atmosphärischen Überdruck im Antennenraum kann zwar das Flattern vermieden werden. Dann sind aber durch Pumpen und Schleusen hohe Investitions- und Betriebskosten erforderlich. Selbsttragende Platten aus verlustarmem dielektrischem Material (z.B. Kunststoff-Hartschaum), die einige Wellenlängen dick sind, haben die notwendige mechanische Festigkeit, um in

Geschoßhöhen von 4 bis 7 m eingebaut werden zu können. Die Reflexion hängt von der Dielektrizitätskonstanten und vom Verhältnis aus Plattenstärke und Wellenlänge, vom Einfallswinkel und von der Polarisierung ab. Bei senkrechtem Welleneinfall treten maximale Reflexionen bei Plattendicken auf, die ungeradzahlige Vielfache der Viertelwellenlänge sind, während die Reflexion bei Vielfachen der halben Wellenlänge verschwinden. Bei schrägem Welleneinfall verändern sich die Verhältnisse der Reflexionsmaxima und -minima mit den Einfallswinkeln (Beeh: Dielektrische Schichten im Strahlungsfeld von Mikrowellenantennen. Wissenschaftliche Berichte AEG-Telefunken 45 (1972) S. 26 - 36).

Der Reflexionsfaktor kann durch die Schichtung von Materialien unterschiedlicher Dielektrizitätskonstanten in einem bestimmten Frequenzbereich reduziert werden. Aus der Radartechnik sind "Sandwich"-Radome bekannt, bei denen zwei dünne feste Schichten mit hoher Dielektrizitätskonstante eine dicke Schicht aus weichem Material (Hartschaum, Waben o. ä.) umschließen. Mit dieser Konstruktion lassen sich Reflexionsfaktoren unter ca. 10 % bei ^{relativen} Bandbreiten über ca. 20 % nicht erreichen. Ferner sind mehrfach geschichtete Sandwich-Radome bekannt (Olesky, S.S. et al.: Multiple Sandwich Broad Band Radome. US-Patent 3 002 190, 1961), bei denen dünne feste Schichten, die naturgemäß eine hohe Dielektrizitätskonstante haben, mit ebenfalls verhältnismäßig dünnen Schichten, die stark aufgeschäumt ^{sind} und daher eine niedrige Dielektrizitätskonstante haben, abwechseln. Dadurch wird eine hohe mechanische Festigkeit erreicht und wegen der geringen Dicke der Einzelschichten verhält sich die geschichtete Platte bis zu hohen Frequenzen wie eine Platte aus homogenem Material mit einer Mischdielektrizitätskonstanten. Die weichen Schichten sind etwa um den Faktor 7 dicker als die harten Schichten, daher ist die Mischdielektrizitätskonstante verhältnismäßig niedrig. Der Reflexionsfaktor einer solchen Struktur - wie

zu diesem Aufbau durchgeführte Rechnungen ergaben - ist aber nicht kleiner als bei Platten aus Hartschaum mit großer Wandstärke und niedriger Dielektrizitätskonstanten.

Große Bandbreiten bei niedrigeren Reflexionsfaktoren sind durch eine Stufung der Dielektrizitätskonstanten erreichbar, wie sie aus der Theorie mehrstufiger Hochfrequenztransformatoren bekannt ist (Mayer: Mehrstufige $\lambda/4$ Transformatoren. AEÜ 21 (1967) S. 131 - 139). Die Schichtung muß dabei in Stufen einer Viertelwellenlänge vom optisch dünnen zum optisch dichten Medium erfolgen, weil der Brechungsindex proportional zum Wellenwiderstand ist.

Bei Kunststoff-Hartschaum ist die Dielektrizitätskonstante (Quadrat des Brechungsindex) proportional zum spezifischen Gewicht bzw. der mechanischen Dichte. Die Oberfläche der Abdeckplatte ist bei einer breitbandigen Stufung so weich, daß sie nicht der Witterung ausgesetzt werden kann. Dünne mechanisch feste Schutzschichten aus Kunststoffen mit notwendigerweise hoher Dielektrizitätskonstante lassen aber den Effekt der breitbandigen Reflexionsarmut der geschichteten Platten weitgehend verloren gehen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für geschichtete Antennenabdeckungen eine Schichtung anzugeben, bei der in einem weiten Frequenzbereich kleine Reflexionsfaktoren erreicht werden können und trotzdem eine genügende mechanische Festigkeit der Oberfläche gewährleistet ist.

Die Erfindung geht dabei von einer selbsttragenden, dielektrischen Abdeckung für Mikrowellenantennen aus, die ähnlich der US-PS 3 002 190 aus mehreren, unterschiedlich dicken Schichten verschiedener mechanischer Festigkeit und Dielektrizitätskonstanten zusammengesetzt ist und bei der auch wenigstens auf einer der beiden Außenseiten eine dünne feste Schutz-

Deutsche Bundespost 2097

schicht vorgesehen ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber im Gegensatz zur bekannten Anordnung nun dadurch gelöst, daß eine mittlere Kernschicht hoher mechanischer Festigkeit mit einer Dicke von einem Vielfachen der ungefähren halben Betriebswellenlänge vorgesehen ist, zu deren beiden Seiten mehrere $\lambda/4$ Transformationsschichten mit in bekannter Weise von innen nach außen abnehmender Dielektrizitätskonstanten angeordnet sind und daß auf der (den) mit einer äußeren Schutzschicht versehenen Seite(n) zwischen der Äußersten und der benachbarten $\lambda/4$ Transformationsschicht eine Kompensationsschicht etwa der gleichen Dicke und Dielektrizitätskonstanten wie die Schutzschicht eingefügt ist.

Versuche haben ergeben, daß wenigstens zwei $\lambda/4$ Transformationsschichten zu beiden Seiten der Kernschicht angeordnet sein müssen, um durch die zwischengefügte Kompensationsschicht eine Reflexionsfreiheit der Abdeckplatte zu erzielen.

Zweckmäßig beträgt die elektrische Dicke der Äußersten $\lambda/4$ Transformationsschicht und der Kompensationsschicht zusammen etwa ein Viertel der Betriebswellenlänge.

Schutzschicht und Kompensationsschicht können auf beiden Seiten der Abdeckung oder in einer kostengünstigeren Anordnung nur auf einer Seite der Abdeckung vorgesehen sein.

Die Schichtung der dielektrischen Antennenabdeckung nach der Erfindung mit fester äußerer Schutzschicht ist breitbandig in einem großen Winkelbereich reflexionsarm. Es ist damit möglich, mit wenigen Plattentypen den gesamten Frequenzbereich der Richtfunktechnik abzudecken. Bei Veränderungen der Winkel zwischen Antennen und Abdeckplatte, bei Veränderung der Polarisation und bei Frequenzänderungen innerhalb eines oder zweier in der Frequenz benachbarter Richtfunksysteme sind keine bau-

lichen Veränderungen erforderlich.

Im folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand zweier Figuren erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Ausführungsform mit beidseitig aufgebrachter äußerer Schutzschicht,

Fig. 2 eine Ausführungsform mit einseitig aufgebrachter äußerer Schutzschicht.

In der Fig. 1 ist ein Querschnitt einer symmetrisch aufgebauten, aus 11 Schichten bestehenden Abdeckplatte dargestellt. Die symmetrisch zur Kernschicht 6 angeordneten verschiedenen Schichten 1 - 5 tragen auf beiden Seiten die gleichen Bezugszeichen.

Die Dichte der Kreuzschraffur ist etwa proportional zur Dielektrizitätskonstanten der Schichten. Die Schicht 1 ist eine mechanisch feste Schutzschicht. Die Schichtdicke soll so klein wie möglich, in jedem Fall wesentlich kleiner als die Viertelwellenlänge der höchsten Betriebsfrequenz sein. Die Dielektrizitätskonstante der Schutzschicht soll so niedrig wie möglich sein, so daß die notwendige mechanische Festigkeit der Oberfläche gerade erreicht wird. Das Material soll außerdem wasserdicht und wasserabstoßend sein. Es eignen sich z.B. glasfaserverstärkte Kunststoffe mit einer Dielektrizitätskonstanten $\epsilon_r \approx 4,5$ und einer Schichtdicke von 0,1 mm bis 0,5 mm oder Epoxidharzlacke mit $\epsilon_r \approx 3,5$ mit Schichtdicken von 0,3 bis 1 mm.

Die Schichten 2, 4 und 5 sind in ihrer Dielektrizitätskonstanten analog zu den bekannten Wellenwiderstandsstufungen bei Hochfrequenztransformatoren so abgestuft, daß eine möglichst breitbandige Anpassung der Welle an die Dielektrizitätskonstante der mittleren mechanisch tragenden Schicht 6

erfolgt. Die Schichten 4 und 5 sind eine Viertelwellenlänge dick, wobei von der Wellenlänge im jeweiligen Material auszugehen ist. Die äußerste Transformationsschicht hat eine etwas abweichende Bemessung ihrer Dicke, die noch erläutert wird. Die Anzahl der Zwischenschichten kann verändert werden, z. B. kann die Schicht 5 entfallen oder zwischen den Schichten 5 und 6 können noch weitere Transformationsschichten mit der Dicke einer Viertelwellenlänge liegen. Die Dielektrizitätskonstanten der Schichten 2, 4, 5 und 6 steigen monoton an. Die Dicke der mittleren Schicht 6 beträgt etwa ein Vielfaches der halben Betriebswellenlänge.

Nach der Erfindung wird nun zwischen den Schichten 2 und 4 eine Schicht 3 angebracht, die aus dem gleichen Material wie die Schutzschicht 1 besteht und etwa die gleiche Schichtdicke hat. Die Schicht 3 dient zur Kompensation der Reflexion der Schicht 1. Die Dicke der äußersten Transformationsschicht 2 wird so bemessen, daß sie zusammen mit der Dicke der Kompensationsschicht 3 etwa ein Viertel der Betriebswellenlänge beträgt. Mit der Kompensationsschicht 3 lassen sich Reflexionsfaktoren unter 5 % bei Bandbreiten von etwa einer Oktave erreichen.

In Fig. 1 ist eine symmetrische Anordnung der Schichten 1 bis 5 bezüglich der mittleren Schicht 6 dargestellt. Bei einer wetterfesten Verkleidung von Räumen ist die Schutzschicht auf der Innenseite u. U. nicht erforderlich, hier ist die kostengünstigere unsymmetrische Ausführungsform nach Fig. 2 anwendbar, bei der einseitig die Schutzschicht und die Kompensationsschicht fehlen. Die Dicke der Transformationsschicht 7 muß eine Viertelwellenlänge sein. Die Schicht 7 ist damit etwas dicker als die Schicht 2, besteht aber aus demselben Material. Der übrige Aufbau und die Bemessung der Schichten entsprechen der Ausführungsform nach Fig. 1.

Patentansprüche

1. Selbsttragende, über einen großen Wellenbereich reflexions-
arme, dielektrische Abdeckung für Mikrowellenantennen, die
aus mehreren unterschiedlich dicken Schichten verschiedener
mechanischer Festigkeit und Dielektrizitätskonstanten
zusammengesetzt ist und bei der wenigstens auf einer der
beiden Außenseiten eine dünne feste Schutzschicht ange-
bracht ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
d a ß eine mittlere Kernschicht (6) hoher mechanischer
Festigkeit mit einer Dicke von einem Vielfachen der unge-
fährten halben Betriebswellenlänge vorgesehen ist, zu deren
beiden Seiten mehrere $\lambda/4$ Transformationsschichten (5, 4, 2)
mit in bekannter Weise von innen nach außen abnehmender
Dielektrizitätskonstanten angeordnet sind
und daß auf der (den) mit einer äußeren Schutzschicht (1)
versehene(n) Seite(n) zwischen der Äußersten (2) und der
benachbarten (4) $\lambda/4$ Transformationsschicht eine Kompen-
sationsschicht (3) etwa der gleichen Dicke und Dielektri-
zitätskonstanten wie die Schutzschicht eingefügt ist.
2. Abdeckung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils
wenigstens zwei $\lambda/4$ Transformationsschichten (2, 4) zu beiden
Seiten der Kernschicht (6) angeordnet sind.
3. Abdeckung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die elektrische Dicke der Äußersten $\lambda/4$ Transformationsschicht
(2) und der Kompensationsschicht (3) zusammen etwa ein
Viertel der Betriebswellenlänge beträgt.
4. Abdeckung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
Schutzschicht (1) und Kompensationsschicht (3) auf beiden
Seiten der Abdeckung vorgesehen sind (Fig. 1).

5. Abdeckung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Schutzschicht und Kompensationsschicht nur auf einer Seite der Abdeckung vorgesehen sind (Fig. 2).

- 10 .

Leerseife

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1 X

-11.

2441540

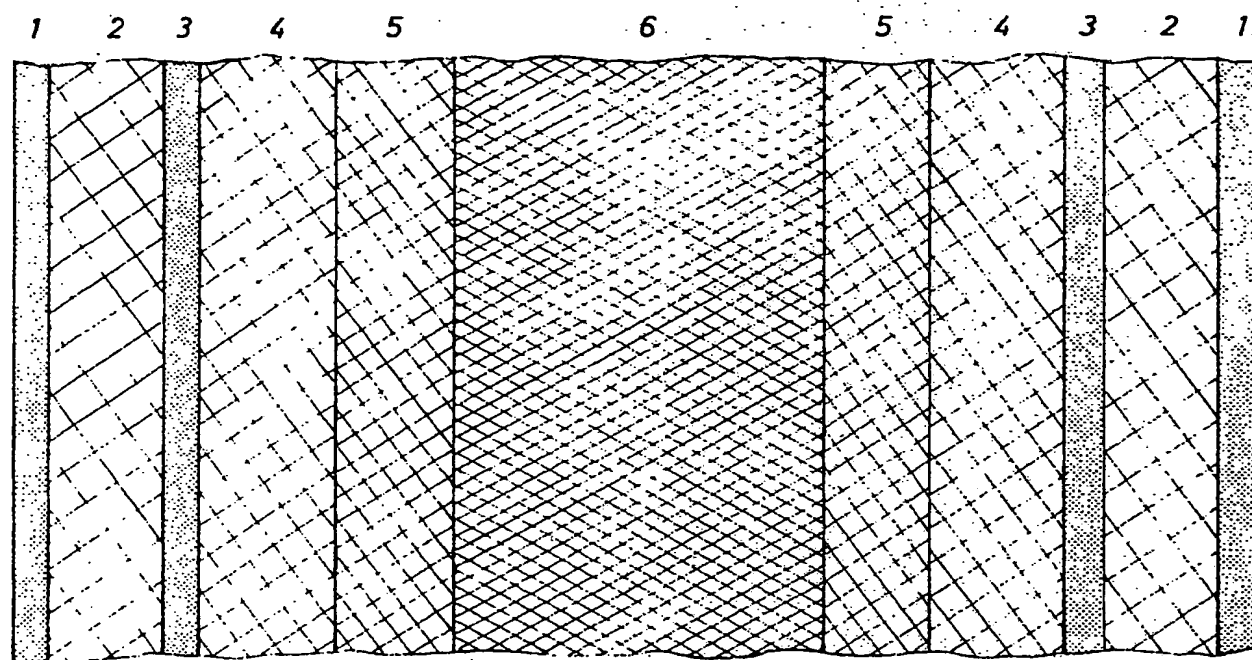
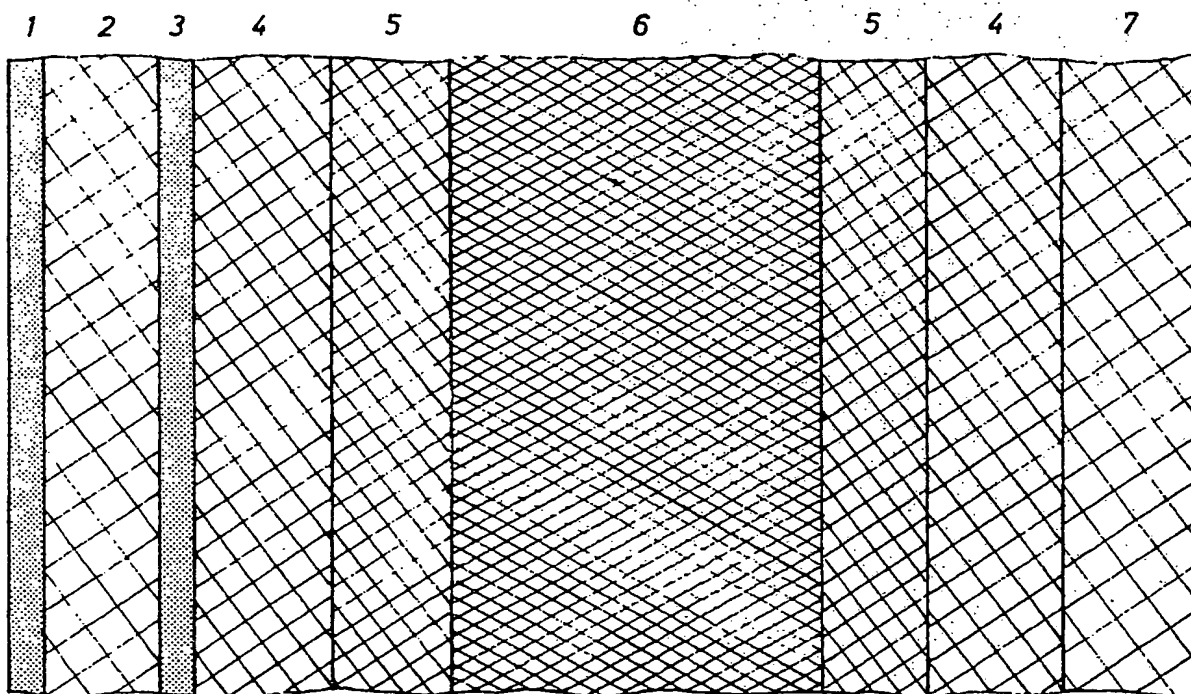


Fig. 2



609811/0142

H01C 1-42 AT: 30.08.1974 QT: 11.03.1976

dz

Deutsche Bundespost 2097

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)